

**Evaluación del efecto de diferentes mezclas de sustratos sobre la germinación y crecimiento de plántulas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en condiciones de invernadero**

**John Sebastián Martínez López**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Escuela de ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio ambiente  
Facatativá, Colombia  
2017**

**Efecto de diferentes mezclas de sustratos sobre la germinación y crecimiento de plántulas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en condiciones de invernadero**

**John Sebastián Martínez López**

**Trabajo de grado presentado para optar por el título de agrónomo**

**Director**

**Carlos Carranza**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia**

**Escuela de ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio ambiente**

**Facatativá, Colombia**

**2017**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma

---

Firma

---

Firma

## **DEDICATORIA**

A Dios, y a mis padres por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A dios por sobre todas las cosas por darme fuerza, valor y sabiduría para poder culminar de manera exitosa una meta en mi vida

A mis padres por su apoyo incondicional en todos los momentos buenos y malos en mi vida.

A los profesores Diana Lorena Marentes, German Castellanos y Carlos Carranza por ayudarme en el proceso de ejecución del proyecto.

A Yajaira Romero por guiarme en el diseño experimental y ayudarme a ejecutar el análisis estadístico de esta investigación.

A mis jefes por permitirme desarrollar esta investigación en mi lugar de trabajo con todo el apoyo intelectual y material de parte de ellos.

A todos los profesores que me enseñaron durante todo el proceso académico.

A Jessica Paola Tique Parra por su apoyo moral e intelectual durante la ejecución de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	LISTA DE TABLAS.....	8
2.	RESUMEN.....	9
3.	ABSTRACT.....	10
1.	INTRODUCCIÓN.....	11
2.	JUSTIFICACION .....	12
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
4.	MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO .....	15
4.1	Generalidades de la uchuva .....	15
4.1.1	Taxonomía .....	16
4.1.2	Descripción Botánica.....	16
4.1.4	Aspectos Económicos .....	18
4.1.5	Plagas y enfermedades .....	19
4.1.6	Propagación .....	20
4.1.7	Sustratos .....	22
4.1.8	Turba .....	23
4.1.9	Escoria de carbón.....	25
5.	OBJETIVO GENERAL .....	28
5.1	Objetivos específicos .....	28
6.	METODOLOGIA.....	29
6.1	Fase 1 (Germinación y crecimiento en Bandeja) .....	29
6.2	Fase 2 (Trasplante a bolsas).....	30
6.3	Tratamientos .....	31
6.4	Variables analizadas.....	32
6.5	Métodos de evaluación.....	32
6.6	Análisis de datos.....	33
7	RESULTADOS Y DISCUSION .....	34
7.1	Porcentaje de germinación .....	35
7.2	Volumen De Raíz.....	36
7.3	Numero de hojas.....	39

7.4	Longitud de tallo.....	41
7.5	Diámetro de tallo.....	43
7.6	Peso fresco parte aérea Y raíz, fase 1 Y 2 .....	45
7.7	Peso Seco Parte Aérea Y Raíz, Fase 1 Y 2 .....	47
7.8	Relación Costo Beneficio.....	49
8	CONCLUSIONES.....	50
9	RECOMENDACIONES .....	51
10	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	52
11	ANEXOS .....	56

## 1. LISTA DE TABLAS

### Paginas:

<b>Tabla 1:</b> Volumen de la raíz de plántulas de uchuva durante la fase 1 en bandejas de germinación bajo los tratamientos establecidos.....	<b>36</b>
<b>Tabla 2:</b> Volumen de la raíz de plántulas de uchuva durante la fase 2 en bolsas de vivero bajo los tratamientos establecidos.....	<b>38</b>
<b>Tabla 3:</b> Diferencias de los tratamientos en cuanto a la producción de numero de hojas verdaderas en la fase 1 Y 2.....	<b>40</b>
<b>Tabla 4:</b> Valores promedios de la longitud del tallo en la fase 1 en relación con los diferentes tratamientos.....	<b>42</b>
<b>Tabla 5:</b> Valores promedios del diámetro del tallo en la fase 1 y 2 en relación con los diferentes tratamientos.....	<b>44</b>
<b>Tabla 6:</b> Valores promedio de peso fresco de la parte aérea (PFA) y peso fresco de la raíz (PFR) en las dos fases.....	<b>46</b>
<b>Tabla 7:</b> Valores promedio de peso seco de la parte aérea (PSA) y peso seco de la raíz (PSR) en las fases 1 y 2.....	<b>48</b>
<b>Tabla 8:</b> Precio de sustrato por bulto 30kg.....	<b>59</b>



## 2. RESUMEN

La uchuva (*Physalis peruviana* L.) es una fruta de gran importancia comercial a nivel internacional, esto es debido a que la uchuva posee excelentes características gastronómicas, organolépticas, nutricionales y medicinales dándole un valor agregado en comparación con otras frutas de exportación producidas en el país. Actualmente es la segunda fruta fresca exportada a otros países detrás del banano y es enviada a 25 países en el mundo. En Colombia, uno de los principales problemas con respecto al manejo de la uchuva es la poca información dedicada al manejo óptimo de la propagación de plántulas por lo que el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de diferentes mezclas de sustratos a base turba y escoria de carbón en relación (75:25, 50:50, 25:75, 100% turba, 100% escoria y como tratamiento testigo suelo y cascarilla de arroz 50:50) sobre la germinación y crecimiento de plántulas de uchuva (*Physalis peruviana* L.). El ensayo se llevó a cabo en el Centro de Investigación de CORPOICA Tibaitatá, ubicado en el kilómetro 14 vía Mosquera (Cundinamarca), bajo condiciones de invernadero. Para ello, se realizó un diseño experimental completamente al azar con 5 tratamientos por tres repeticiones y un testigo, donde se evaluó las variables porcentaje de germinación, volumen de raíz, número de hojas, diámetro y longitud de tallo, peso seco y fresco de la parte aérea y de la raíz. El ensayo tuvo una duración de 76 días desde la siembra hasta el día antes de trasplante a campo donde se realizó la última evaluación, se dividió el ensayo en dos fases (25 – 30 días germinación en bandejas y 30 – 40 días en bolsa). Como resultado se observa que el tratamiento 50% turba 50% escoria de carbón fue el de mejor comportamiento en relación con el crecimiento fisiológico durante las dos fases del ensayo, donde los resultados fueron evidentes en todas las variables, es interesante anotar que en los resultados se observa que los tratamientos con mezclas presentaron diferencias en el crecimiento de las plantas en comparación con los tratamientos sin mezcla y el testigo. Es de gran importancia observar que se redujeron los costos de la turba en un 50%, en relación con los gastos que implica el uso de solo turba como sustrato único de propagación. Esto debido a que se redujo el uso de la turba en un 50% remplazándola por un 50% escoria de carbón donde la (EC) tiene un valor menor del 1% en relación con el precio de la turba. Además, se garantiza el doble de producción por el mismo costo. Se concluyó que el tratamiento que mejor se comportó durante las dos fases y las variables evaluadas fue el 50% turba 50% escoria de carbón, por lo que se recomienda seguir evaluando esta mezcla de sustratos en otras especies de plantas.

**Palabras Clave:** Evaluación, sustratos, crecimiento, plántulas, uchuva, Turba, Escoria de carbón, trasplante, variables.

### 3. ABSTRACT

The cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) is a fruit of great commercial importance internationally, this is because the cape gooseberry possesses excellent gastronomic, organoleptic, nutritional and medicinal characteristics giving it an added value in comparison with other export fruits produced in the country. Currently it is the second fresh fruit exported to other countries behind banana and is sent to 25 countries in the world. In Colombia, one of the main problems regarding the management of cape gooseberry is the little information dedicated to the optimal management of the propagation of seedlings, so the objective of the research was to evaluate the effect of different mixtures of substrates based on peat and slag. of carbon in relation (75:25, 50:50, 25:75, 100% peat, 100% slag and as a control treatment soil and rice husk 50:50) on the germination and growth of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). The trial was carried out in the Research Center of CORPOICA Tibaitatá, located at kilometer 14 via Mosquera (Cundinamarca), under greenhouse conditions. For this, a completely randomized experimental design was carried out with 5 treatments for three repetitions and one control, where the variables germination percentage, root volume, number of leaves, diameter and length of stem, dry weight and straw were evaluated. aerial part and root. The trial lasted 76 days from sowing until the day before transplanting to the field where the last evaluation was performed, the trial was divided into two phases (25-30 days germination in trays and 30-40 days in a bag). As a result, it is observed that the 50% peat 50% carbon slag treatment was the one with the best behavior in relation to the physiological growth during the two phases of the trial, where the results were evident in all the variables, it is interesting to note that in the results it is observed that the treatments with mixtures presented differences in the growth of the plants compared to the treatments without mixture and the control. It is of great importance to observe that the costs of the peat were reduced by 50%, in relation to the expenses implied by the use of peat alone as the only propagation substrate. This is due to the fact that the use of peat was reduced by 50%, replacing it with 50% coal slag where the (EC) has a value lower than 1% in relation to the price of the peat. In addition, double production is guaranteed for the same cost. It was concluded that the treatment that best behaved during the two phases and the variables evaluated was 50% peat 50% coal slag, so it is recommended to continue evaluating this mixture of substrates in other plant species.

**Keywords:** Evaluation, substrates, growing seedlings, gooseberry, peat, coal slag, transplant variables.

## 1. INTRODUCCIÓN

La uchuva (*Physalis peruviana* L.), pertenece a la familia de las Solanáceas, cuenta con más de ochenta especies del genero *Physalis* que se encuentran en estado silvestre, esta es una fruta muy apetecida en algunos países de Europa. Este producto está en el grupo de las frutas exóticas conocidas, debido a las particulares características organolépticas consiguiendo con esto elevados precios en el mercado internacional, por eso es una de las razones que la uchuva se ha convertido en la segunda fruta de mayor exportación detrás del banano. Dentro de los principales compradores se encuentran países como Países bajos, Alemania, Bélgica, Canadá, Estados unidos, Brasil, entre otros. Colombia es el mayor productor de uchuva en el mundo sin embargo no se cuenta con cultivos totalmente tecnificados, esto debido a la falta de información en cuanto a manejo del mismo.

Durante mucho tiempo los productores y viveristas se han encontrado con algunos problemas en cuanto a la propagación de las plántulas de uchuva y los altos costos han limitado la producción de las plántulas. El uso de los sustratos es de gran importancia para obtener un buen desarrollo de las plántulas, ya que este material le brinda las condiciones de soporte permitiéndole desarrollar un buen sistema radicular garantizando obtener plántulas de buena calidad. La turba es el sustrato más usado en la actualidad por sus características físicas y químicas, siendo así uno de los más efectivos en cuanto al desarrollo de las plántulas de uchuva. El problema de este material es su elevado costo, en la actualidad un bulto de 30 kg cuesta alrededor de 150.000 pesos colombianos convirtiéndose en una limitante para pequeños productores, debido a que este sustrato es uno de los más caros del mercado. Por lo anterior la finalidad de este proyecto es poder contribuir a mejorar los procesos de producción de este tipo de plántulas favoreciendo a los pequeños productores y viveristas para que puedan propagar sus plántulas con bajos costos, sin dejar de ser efectivos en la producción de sus plántulas ofreciendo calidad, ahorrando tiempo, dinero y siendo amigables con el medio ambiente. El objetivo principal es poder reducir o sustituir el uso de la turba como sustrato principal para la propagación de la uchuva y remplazarlo por un sustrato de bajo costo y que brinde buenas características físicas y químicas que permitan obtener plántulas de buena calidad, como la escoria de carbón. Este sustrato es el residuo del carbón usado en plantas termoeléctricas para generar energía. Por ser un residuo, es un sustrato que prácticamente se puede conseguir gratis, favoreciendo a los productores, además contribuyendo al medio ambiente dándole un manejo adecuado al mineral y de paso generando las condiciones óptimas para el desarrollo de las plántulas de uchuva.

## 2. JUSTIFICACION

Esta investigación surge con el firme propósito de aportar nuevas tecnologías al sector agropecuario, especialmente a los agricultores o productores de plántulas de uchuva. Mediante el ensayo se quiere evaluar concentraciones de sustratos entre turba y escoria de carbón de manera que por medio de los tratamientos se pueda identificar cuál concentración es la más productiva y eficiente en cuanto al desarrollo fisiológico de las plántulas y también así determinar el costo beneficio de dicha mezcla. Actualmente el sustrato preferido por los productores de plántulas de uchuva es la turba, esto es debido a que este sustrato presenta grandes beneficios para el desarrollo de las plantas en sus primeras etapas fenológicas, dando como resultados materiales de buena calidad.

La retención de humedad y buena porosidad son características que identifican la turba como el sustrato indicado para la germinación, pero posee una limitante para los agricultores o productores de bajos recursos y es su precio. El precio en Colombia es aproximadamente de \$150.000 pesos por bulto de 30 Kg, este valor se debe a que la turba es un material que se produce en otros países como, Canadá, Alemania, Irlanda, Finlandia, Países bajos, por lo que tiene que ser importada aumentando sustancialmente sus costos. Esto también limita su comercialización en el país ya que por general solo se consigue en las grandes ciudades. Existe un sustrato poco conocido y de grandes características físicas que potencialmente favorecería el desarrollo óptimo de las plántulas de uchuva, la escoria de carbón es un sustrato que resulta como un desecho de las empresas que usan el carbón como fuente de energía, las más conocidas son las termoeléctricas.

La explotación de carbón en el país es muy alta debido a que gran parte de las industrias generan su energía a base de este mineral. Este material ya ha sido utilizado como sustrato, pero quizás no se le ha dado la importancia adecuada, este sustrato de igual manera que la turba presenta las mismas características físicas lo que indicaría que la escoria de carbón podría sustituir o por lo menos minimizar el uso de la turba, además también se estaría contribuyendo con el medio ambiente. Por ser un desecho de un proceso minero la escoria se puede conseguir a muy bajo precios, lo que favorecería a los pequeños productores que no tienen acceso a otros sustratos de mayor valor.

Otro aspecto importante es que la explotación de carbón se da en muchas partes del país lo que garantizaría conseguir el sustrato con mayor facilidad. Se espera que al menos una mezcla de los sustratos presente resultados significativos reduciendo el uso de la turba de tal manera que esta nueva tecnología se pueda expandir por toda la red de uchuva y que esta tecnología pueda ser adoptada e incorporada por los productores de todas las regiones del país.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La uchuva (*Physalis peruviana* L.) es una fruta de gran importancia y valor comercial, en la actualidad la uchuva es la tercera fruta que más se exporta en Colombia, sus características gastronómicas, organolépticas, nutricionales y medicinales la hace prioritaria por encima de otras frutas de menor valor comercial. Por tal razón el estudio de su manejo agronómico es de gran importancia para poder identificar, prevenir y controlar los problemas causados a este cultivo. Una de las falencias con respecto al manejo de la uchuva es la poca información de las formas y materiales usados para la propagación de plántulas. En el país la uchuva es cultivada por pequeños productores con bajo nivel de asistencia técnica; esto ha generado diversas prácticas basadas en la experiencia de cada agricultor, lo que a su vez implica un alto consumo de insumos, ausencia de tecnología y elevado uso de mano de obra (Sanabria, 2005).

Por lo general los productores de uchuva tienen pocos conocimientos tecnológicos de la forma indicada de propagar plántulas de uchucas por medio de semilleros. Uno de los problemas principales es la escasez de sustratos empleados para la germinación de semillas y desarrollo de plántulas de uchuva. Abad (1993), define que dentro de la agricultura un sustrato es conocido como todo aquel material distinto al suelo de origen orgánico o de síntesis mineral, que colocado sobre un recipiente solo o mezclado, proporciona a la semilla las condiciones necesarias para su germinación, enraizamiento, anclaje y de igual manera este puede desempeñar un papel importante en el suministro de nutrientes dependiendo su origen.

En la actualidad el sustrato que más se usa por los viveristas y agricultores para la propagación de plántulas de uchuva es la turba, esto es debido a su eficiencia. La turba es el resultado de la descomposición completa de árboles (especialmente del género *Sphagnum*) y se produce en países de las zonas templadas como Canadá, Alemania, Finlandia, Suiza, Irlanda, Rusia, etc. (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, 2006). Sin embargo, además de ser un buen sustrato por sus características físicas, se tienen antecedentes en gran variedad de plantas que corroboran su eficiencia en cuanto al desarrollo en sus primeros estados fenológicos. Pero la turba tiene una gran limitante y es su elevado costo, una de las razones es que este producto es importado lo que implica que llegue al país con un precio bastante elevado. Se puede decir que en Colombia un bulto de 30 Kg cuesta alrededor de 150.000 pesos, mientras que existen otros sustratos poco conocidos y de escaso uso como la escoria de carbón, este sustrato posee características similares a la turba debido a que nos genera buena retención de humedad y posee excelente porosidad por el tamaño de sus partículas, lo que indica un buen volumen y desarrollo de raíces favoreciendo a la planta en cuanto a

la toma de agua y nutrientes. Además, la escoria de carbón nos reduce los costos hasta en un 90% en comparación con la turba y se puede adquirir fácilmente. Por otro lado, si se usa la escoria de carbón se está contribuyendo con el medio ambiente dándole un uso eficiente a los residuos del carbón.

Debido a esto surge la necesidad de implementar un sustrato que sustituya o reduzca el porcentaje de uso de la turba, al 100%, como sustrato principal para la germinación de semillas y desarrollo inicial de las plántulas de uchuva, por lo que se busca evaluar la escoria de carbón en diferentes concentraciones y en mezcla con turba para que de esta manera se reduzca el uso ésta última, permitiendo minimizar los costos de propagación y al mismo tiempo garantizar el desarrollo óptimo de las plántulas en cuanto a calidad y productividad.

## 4. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

### 4.1 Generalidades de la uchuva

La uchuva (*Physalis peruviana* L.), pertenece a la familia de las Solanáceas y al género *Physalis*, cuenta con más de ochenta especies que se encuentran en estado silvestre y se caracterizan porque sus frutos están encerrados dentro de un cáliz o capacho. Su centro de origen se ubica en los Andes, específicamente en Perú, de donde se expandió a varias zonas del trópico y subtrópico, distribuyéndose en la actualidad en América y algunas especies en el viejo mundo” (Ramírez *et al.*, 2008).

Se conocen alrededor de 80 ecotipos de uchuva, en Colombia se cultivan tres ecotipos: Kenia y Sudáfrica reintroducidos del África, sus nombres derivados del país de procedencia, y Colombia (Villamizar *et al.*, 1993). El que mejor se comporta en condiciones de calidad es el ecotipo Colombia, lo que lo convierte en el de mayor demanda a nivel internacional.

La uchuva tiene origen en los Andes suramericanos y es la especie más conocida de este género (*Physalis*), esta planta produce frutos envueltos en el cáliz, son frutos de color amarillo, algunos azucarados, otros no mucho, sin embargo, presenta diferentes vitaminas y algunos elementos esenciales nutricionales como el hierro y el fósforo.

En Colombia, el cultivo de uchuva se desarrolla en altitudes altas, entre 1.800 y 2.800 m.s.n.m., con temperaturas promedio entre 13°C y 15°C. La planta es susceptible a temperaturas extremas; las temperaturas muy altas pueden perjudicar la floración y fructificación, así como las temperaturas nocturnas inferiores a 10°C de manera constante, impiden que la planta prospere (Espinal, 2005).

La temperatura y la luz son factores que influyen directamente en la fisiología de la mayoría de las plantas, en la uchuva suele afectar la floración y la fructificación también influyen en la calidad del fruto, igualmente afecta el tamaño, el color, el sabor, el contenido nutricional y otros factores de origen fisiológico. Si se quiere obtener un fruto de óptima calidad se requiere obtener una intensidad lumínica que oscile entre las 1.500 y 2.000 horas luz / año (referencia).

Por otro lado, las precipitaciones anuales deben oscilar entre 1.000 y 2.000 milímetros bien distribuidos a lo largo del año, con una humedad relativa entre 70% y 80%. Es importante tener una buena calidad de agua y tener la cantidad suficiente

para evitar problemas de rajado de fruto y estrés por sequías, también es importante para realizar una buena fertilización edáfica y foliar (referencia).

Para la uchuva debemos encontrar suelos medianamente específicos para obtener un buen desarrollo del cultivo, por lo general la uchuva se adapta en suelos franco arenosos o franco arcillosos, lo ideal es que tengan una buena aireación, buen drenaje y que ojalá cuente con buenos contenidos de materia orgánica, se recomienda que el pH oscile entre los 5,5 y 7 (como se cita en Cedeño y Montenegro, 2004, p.21)".

Una buena profundidad efectiva para la uchuva esta entre los 60 cm, lo que garantiza una buena penetración de las raíces y puedan obtener buenas cantidades de agua.

#### 4.1.1 Taxonomía

- ✚ Clase: *Magnoliopsida*
- ✚ Superorden: *Asteranae*
- ✚ Orden: *Solanales*
- ✚ Familia: *Solanaceae*
- ✚ Subfamilia: *Solanoideae*
- ✚ Tribu: *Physaleae*
- ✚ Subtribu: *Physalinae*
- ✚ Género: *Physalis* L.
- ✚ Subgénero: *Rydbergis* Hendrych
- ✚ Sección: *Lanceolatae* (Rydb.) M.Y. Menzel
- ✚ Especie: *Physalis peruviana* L.

Un aspecto importante a nivel taxonómico es que el género *Physalis* comprende unas noventa especies, y es uno de los más grandes dentro de la subfamilia *Solanoideae*, solo sobrepasado por los géneros *Solanum* y *Lycianthes* (Martínez, 1998).

#### 4.1.2 Descripción Botánica

Según Sánchez (1991) es la siguiente:

Plantas herbáceas con la base a veces lignificada, anuales o perennes, de hasta 1 m de altura, con pelos simples y tallos angulosos simples o ramificados. Hojas



membranáceas, geminadas y alternas, ovadas, de 5-15 x 3-8 cm, con el borde sinuadodentado, entero o lobulado, el ápice acuminado, la base obtusa, cordada o truncada y velloso-viscosas. Peciolos de 1-4 cm. Flores solitarias, axilares y con pedicelos de 3-10 mm. Cáliz pubescente, campanulado, de 7-15 mm de longitud y con 5 dientes acuminados y de igual longitud que el tubo. Corola campanulada o rotada, de 12-15 mm de longitud y 15-20 mm de diámetro, amarilla de puntos purpúreo-azulados en la base y a veces lobulada. Anteras rojo-purpúreas o azuladas. Disco amarillo anaranjado. Ovario lampiño. Estigma capitado. Baya globulosa de 1-2,5 cm de longitud y 1,5-3 cm de diámetro, amarilla o amarillo-verdosa, lampiña y envuelta en una bolsa formada por el cáliz acrescente. Semillas discoideas, de 1,7-2 mm, blanquecinas o parduzcas y con la testa reticulada”.

#### 4.1.3 Fenología de la planta

El proceso de desarrollo de todo el cultivo de la uchuva en condiciones óptimas está entre los 17 y 27 meses, comprende las siguientes etapas: (Datos según Flórez, Fischer y Sora, 2000; Caribbean Exotics y agricultores).



Figura 1: Fenología de la planta de uchuva

Fuente: (Jaramillo, 2010).

#### 4.1.4 Aspectos Económicos

En Colombia se ha venido cultivando uchuva por varios años, el área cultivada ha venido aumentando año a año. El cultivo de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.) se ha convertido en una alternativa para la generación de ingresos a productores debido a la demanda de este producto frutícola en los mercados internacionales, durante los últimos años el cultivo ha aumentado su área de producción a 900 ha con un rendimiento promedio de 15 t/ha (Agronet, 2015).

Sin embargo y a pesar que se considera originaria de Perú, Colombia es el mayor productor mundial y el fruto es apetecido por su aroma y sabor. Se estima que entre 30 y 40 toneladas se exportan a países de Centro América, La Unión Europea, Estados Unidos y Oriente Medio (Núñez *et al.*, 2014). Desde hace poco más de una década se ha reconocido que algunos alimentos tienen la capacidad no solo de aportar nutrientes sino también de mejorar algunos aspectos medicinales; estos se han llamado “alimentos funcionales”. Al género *Physalis* se le atribuyen características inmuno estimulantes, anticancerígenas, antibacterianas, antivirales y diuréticas, entre otras. En Colombia, los productos farmacéuticos elaborados a base de frutas andinas son un mercado inexplorado (Ligarreto, Lobo y Correa 2005) citados por Fischer *et al.*, 2005).

Además de estas particularidades medicinales también se destacada por sus características gastronómicas, es muy apetecidas por los chefs de diferentes partes del mundo. En la actualidad este producto ya tiene ganado un espacio en el corazón de Europa. Las exportaciones se orientan a Holanda, Alemania, Francia, Bélgica y España.

En Colombia los departamentos de Cundinamarca y Boyacá son los que proveen la fruta con todas sus certificaciones internacionales que garantizan su calidad e inocuidad. También se está trabajando para que haya admisibilidad del mercado de los Estados Unidos. Dentro de Colombia las mayores producciones se distribuyen en la zona central del país, entre ellos están los departamentos de Boyacá, Antioquia, Cundinamarca y Nariño con la mayor participación en área sembrada y producción.

En la actualidad Boyacá se convierte en el principal productor de uchuva en el país, cuenta con un área cosechada de 409,03 ha con una producción en toneladas de 7.745,28 y un rendimiento de 18,94 (t/ha), seguido por Antioquia con 191.00 ha con una producción de 2.317,50 t y un rendimiento de 12,13 (t/ha) y Cundinamarca con un área cosechada de 150,00 ha con una producción de 1.923,00 t con rendimientos del 12,82 (t/ha) (Agronet, 2014).

Sin embargo, esto indica que la producción a nivel nacional ha bajado considerablemente en comparación de año anterior, muestra la producción por área cosechada, en años anteriores era más estable.

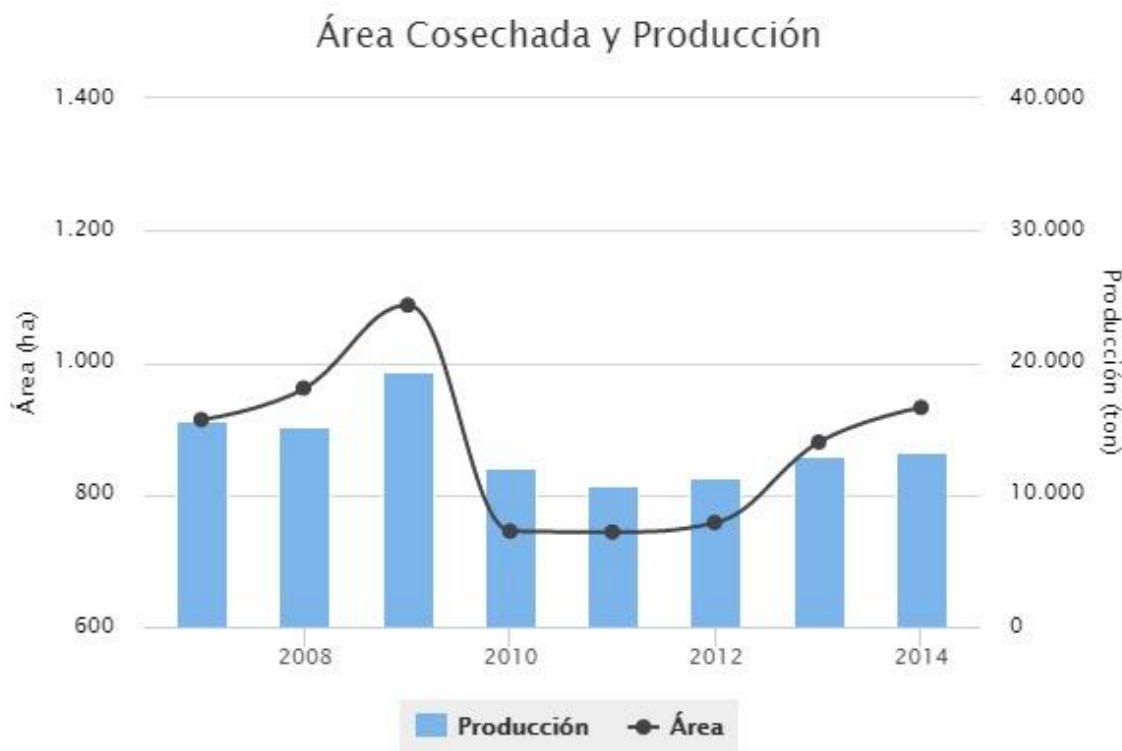


Figura 2: Área cosechada y producción de la uchuva.

Fuente: (Agronet, 2015).

#### 4.1.5 Plagas y enfermedades

Como la mayoría de los cultivos las plagas y enfermedades son el pan de cada día para los agricultores en cuanto a su control, debido a que estos factores pueden incidir drásticamente en el rendimiento y en los costos de producción. La uchuva es un frutal de clima frío y dentro de sus principales problemas están las plagas, enfermedades y algunos problemas nutricionales.

La uchuva se ve afectada por numerosos organismos que disminuyen los rendimientos y la calidad en los cultivos al generar daños en la planta. En ocasiones son irreversibles, sobre todo cuando afectan directamente el fruto o el cáliz (Casas, 2006). Las enfermedades son causadas principalmente por bacterias y hongos, y afectan la planta desde semillero, manifestándose posteriormente en el cultivo y en

la pos-cosecha. Así mismo, es a nivel de campo donde se presentan los ataques debidos a los insectos plaga (Smith, 2012).

En la actualidad se han venido encontrando los mismos problemas, pero tal vez con más fuerza, lo que sucede es que este tipo de microorganismos e individuos cada vez tienen una mayor capacidad de resistencia y adaptabilidad a condiciones adversas, como lo son los productos de origen químico o biológico y algunos factores agro-climatológicos.

Según Smith (2012) en uchuva las enfermedades más comunes por hongos son:

Carbón de la hoja (*E. australe*), mancha gris (*Cercospora* sp.), mancha negra de las hojas (*Alternaria* sp.), moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*), muerte descendente o mal de tierra (*Phoma* sp.), moho gris (*Botrytis* sp.) y el marchitamiento vascular (*F. oxysporum*) se puede decir que es la enfermedad más relevante.

De la misma forma Smith (2012) Asocia las plagas más relevantes del cultivo son:

Áfidos o pulgones (*Aphis* sp.), babosas, complejo de ácaros o arañas (*Aculops lycopersici*, *Phylloxera pallidus*, *Tarsonemus selifer*, *Xenolaelaps* sp., *Czenzspinskia transversostriata* y *Tetranychus urticae*), mosca blanca o palomilla (*Trialeurodes vaporariorum*), nematodos (*Meloidogyne* spp.), perforador del fruto (*Heliothis subflexa*) y pulguilla (*Epitrix* sp.).

#### **4.1.6 Propagación**

Para la propagación de algún material vegetal existen diferentes técnicas, para la uchuva en Colombia, los estudios dedicados a la propagación de esta planta son poco conocidos. A nivel comercial, en este cultivo, el sistema de propagación más utilizado es por semilla, ya que presentan alto porcentaje de germinación (85–90%) (Almanza, 2000) (Como se cita en Acosta, Guio, Fischer y Miranda, 2008). Las plantas obtenidas a partir de semillas son más vigorosas, tienen un sistema radical bien desarrollado, fuerte y profundo y son más longevas, en comparación con la propagación asexual (Borscak y Covatta, 2007) (como se cita en Díaz, Fischer y Pulido, 2010).

Las etapas de obtención, manejo de la semilla y manejo de los semilleros son esenciales para el establecimiento del cultivo en términos fisiológicos y de sanidad (Hartmann *et al.*, 2005) como se cita en Díaz *et al.*, (2010).

Para la obtención de semillas de uchuva, por lo general se hace una selección masal, se toman las plantas más vigorosas y con mejor porte del cultivo, estas plantas se dejan solo para la producción de semilla, por lo general este es el proceso

que realizan la mayoría de los agricultores. Para la obtención de la semilla se realizan procesos básicos de selección, extracción, fermentación y conservación. Por lo general las semillas de uchuva son pequeñas y de forma lenticelas. En diversos estudios (Almanza, 2000; Peña *et al.*, 2010; Fischer *et al.*, 2007) se ha encontrado que el peso promedio de 1.000 semillas de uchuva es de 1 g.

La emergencia de las semillas depende de características fisiológicas y bioquímicas, además de diferentes condiciones ambientales y de su reacción a las mismas, sin embargo, la semilla debe contener una reserva de energía que le ayudará en la germinación. Las semillas originan plantas en las que sus frutas presentan alta variabilidad. Sandhu *et al.* (1989) como se cita en Acosta *et al.* (2008). Las semillas pequeñas normalmente germinan más rápido, pero producen un menor peso de la parte aérea; el tamaño de la semilla es responsable, en un alto porcentaje, de la variabilidad en el crecimiento de plántulas en algunos cereales (Bennett, 2004) Como cita Peña *et al.* (2011).

La germinación radica básicamente en la semilla, esta debe cumplir ciertos procesos metabólicos que acarrearán a la emergencia de la radícula y la plúmula, conducentes a la generación de las plántulas. La emergencia de las semillas depende de características fisiológicas y bioquímicas, de su reacción al ambiente y su eficiencia en el uso de sus propias reservas durante la germinación (Celis-Velázquez *et al.*, 2005).

Para la germinación, la viabilidad de la semilla es esencial y esto básicamente radica en su almacenamiento, sin embargo, para poder germinar las semillas se requiere de otros factores que influyen directamente en la germinación. Para el desarrollo y crecimiento de plántulas, el sustrato empleado es un factor fundamental, puesto que éste contribuye en la calidad de la plántula (Martínez *et al.*, 2010).

Actualmente la agricultura cuenta con nuevas ideas y técnicas de producción, que va desde la germinación y hasta la cosecha, desde la necesidad de reducir costos, ahorrar tiempo y producir con calidad se han ido implementando nuevos materiales que favorecen el desarrollo de los cultivos. Dentro de estos materiales entran los sustratos. De la elección del sustrato dependerá de la especie que se quiera propagar, tipo de propagación, sistema de propagación, costo, disponibilidad y características del sustrato.

#### 4.1.7 Sustratos

Actualmente los sustratos son esenciales en un cultivo tecnificado, esto es debido a que se ha demostrado que los sustratos favorecen la producción de plántulas desde muchos aspectos en comparación con las técnicas antiguas. Hoy en día se piensa que la técnica del cultivo sin suelo, la cual incluye a los sustratos, es una forma de producción moderna, sin embargo, ésta es una técnica que data desde aproximadamente 4000 años (Raviv y Lieth, 2008) como cita Cruz *et al.* (2013).

Los sustratos son todos los materiales de origen natural, mineral y orgánico, que, colocados en un contenedor, y gracias a sus características físicas y químicas, permiten el anclaje del sistema radicular brindándole lo necesario a las plántulas. Por esto último, se clasifica a los sustratos en químicamente inertes como la (perlita, lana de roca, roca volcánica, etc.) y químicamente activos (turbas, corteza de pino, etc.) (Sáez, 1999).

La finalidad del uso de sustratos apropiados es garantizar la germinación de la semilla y brindar soporte para plántulas en el más corto lapso (Abad *et al.*, 2004) como se cita en Díaz, *et al.*, (2010). El sustrato ideal debe poseer características físicas, como una buena porosidad, donde se garanticen los procesos de oxigenación de la raíz y que además tenga una buena retención de agua y nutrientes.

Cada sustrato tiene una característica que va en una función diferente según lo que se quiera, por ejemplo, si va destinado a unos semilleros se requiere un sustrato de fácil manejo, con el mínimo de perturbación para las raíces, de textura fina y elevada retención de agua para mantener una humedad constante, escasa capacidad de nutrición y baja salinidad (Sáez, 1999).

Sin embargo, las personas se han visto en la necesidad de intentar subsanar los problemas ambientales que causa la agricultura convencional, partiendo desde el uso de sustratos, plaguicidas, uso del agua, malas prácticas agronómicas, entre otras cosas. Por tal razón hace algunos años se ha mostrado un alto interés por utilizar nuevos materiales, que puedan ser alternativos o sustitutos de las turbas, especialmente residuos y subproductos orgánicos, más ecológicos y con precios más bajos.

Un sustrato ideal para el productor debe ser de bajo costo, abundante y disponible, esta práctica debe ser de carácter sustentable para minimizar la contaminación del medio ambiente (Neves *et al.*, 2010) como se cita en Rodríguez *et al.* (2013)

La mención de la turba en referente a que este sustrato es uno de los más comerciales, si no el más comercial, pero también uno de los más dañinos para el

medio ambiente. Sin embargo, desde el punto de vista medioambiental los criterios más importantes para la elección de un material como sustrato en cultivos sin suelo son: su durabilidad y capacidad para ser reciclado posteriormente (Abad y Noguera, 2000).

Dentro de nuestra sociedad se observa como ha venido avanzando el tema de aprovechamiento de residuos de todo tipo de materiales, dentro de los que se desatacan algunos para uso netamente agrícola, por lo general los residuos orgánicos e inorgánicos nos pueden servir como sustratos para nuestras plantas y también portadores de elementos nutricionales para garantizar un buen desarrollo de las plantas.

Uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba de musgo; sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su costo elevado y explotación no sostenible han comenzado a restringir su uso (Fernández *et al.*, 2006) como se cita en (Martínez *et al.*, 2010), también tales sustratos no están al alcance de muchos productores del medio rural, lo ideal es tener un sustrato integral desde todos los puntos de vista, económico, ambiental y funcional.

Sin embargo, la elección de un sustrato es trascendental, permite proporcionar las condiciones apropiadas al cultivo para el crecimiento de sus raíces (Ocampo *et al.*, 2005) como se cita en (Martínez *et al.*, 2010). Colombia es un país con una agrobiodiversidad inmensa desde todos los puntos de vista, por lo que se debe garantizar la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales. La turba se produce en general en países nórdicos, de igual forma se debe garantizar el cumplimiento de normas ambientales, la turba se origina por procesos de descomposición y tarda miles de años en formarse, esto es un motivo por lo que se debe mirar hacia otros materiales funcionales y económicos.

#### **4.1.8 Turba**

Las turbas son los sustratos orgánicos naturales de uso más general en horticultura, aunque también se usan con bastante frecuencia en sistemas de producción como la floricultura, los frutales, forestales entre otros. La turba (césped) es una acumulación de vegetación en descomposición parcial o materia orgánica que es único para las áreas naturales llamadas turberas. Son ecosistemas conformados por estratos subyacentes originados por acumulación de materia orgánica de origen vegetal en distintos estados de degradación anaeróbica (sin la presencia de oxígeno) y un estrato superficial biológicamente activo, conformado por

asociaciones de especies, entre las que predominan plantas hidrófilas con gran capacidad de retener humedad (Varas, 2011).

Este ecosistema es el más eficiente en el planeta porque las plantas de turberas capturan el CO<sub>2</sub> que se libera naturalmente de la turba, manteniendo así un equilibrio. Las turberas son ecosistemas que contribuyen a la diversidad biológica, al ciclo hídrico mundial y al almacenamiento mundial de carbono. Se considera que la turba en principio es vegetación y con el pasar del tiempo se llega a transformar en carbón mineral, esto se debe por en gran parte por captura del CO<sub>2</sub>, la descomposición de la vegetación y el agua ácida.

La cantidad de tiempo es vital en la obtención de una buena turba, es uno de los procesos más lentos debido a que la actividad microbiana es baja, posiblemente por la falta de oxígeno o la calidad del agua. En las turberas naturales, la tasa anual de producción de biomasa es mayor que la velocidad de descomposición. El principal componente biológico de las turberas, es el musgo *Sphagnum*, el cual a su vez forma este ambiente pobre en nutrientes (baja concentración de nitrógeno), ácido, anóxico y frío descrito para las turberas en general (Van Breemen, 1995).

Las turberas representan cerca del 50 al 70% de todos los humedales del mundo. Se extienden por los seis continentes, y se encuentran en casi todos los biomas, especialmente en las zonas boreales, templadas y tropicales del planeta. Se encuentran usualmente en lugares donde la precipitación es alta y la evaporación es baja, en áreas donde nunca o rara vez hay sequías de verano. Se produce en países de las zonas templadas como Canadá, Alemania, Finlandia, Suiza, Irlanda, Rusia, etc. (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, 2006). En volumen, unos 4 billones de m<sup>3</sup> de turba están en el mundo, cubriendo un total de alrededor del 2% de la superficie terrestre mundial (alrededor de 3 millones de kilómetros cuadrados), que contiene alrededor de 8 mil millones terajoules de energía.





Figura 3. Formación de las turberas de musgo.

Fuente: (Premier Tech Horticulture, 2017)

Los suelos que contienen principalmente turba se conocen como histosoles. Formas de turba en condiciones de humedales, donde las inundaciones obstruyen el flujo de oxígeno de la atmósfera, disminución en los porcentajes de descomposición (Figura 3).

Las turberas tienen importantes funciones ecológicas para la prevención de las inundaciones, condicionan las características de drenaje en las cuencas hídricas en las que se encuentran, pues absorben la precipitación y la escorrentía directamente, protegen la calidad del agua interceptando y filtrando la escorrentía, y proveen de hábitats críticos para comunidades únicas de plantas y animales. Por esto, se habla de las turberas como importantes reservorios de agua dulce, y tienen gran importancia en la regulación del ciclo hidrológico (Díaz, Zeguers y Larrain, 2005).

Las turberas naturales no vuelven a ser funcionales luego de la explotación debido a que ésta altera las condiciones físicas e hidrológicas necesarias para el restablecimiento del musgo *Sphagnum* (Heathwaite 1994; Price 1996). Como se cita en (Díaz *et al.*, 2005).

#### 4.1.9 Escoria de carbón

El carbón es una roca orgánica combustible, producto de la descomposición, sedimentación, compactación, endurecimiento y alteración química de plantas

prehistóricas por procesos geológicos naturales, (Castro, 2011). El carbón es el combustible fósil más abundante del mundo, esta es una de las razones por la cual se utiliza para la producción de energía. Aunque el beneficio es alto, tiene grandes problemas de tipo ambiental. El carbón mejora las características físicas del suelo, facilita la aireación de absorción de humedad y calor, por su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo retiene, filtra y libera gradualmente nutrientes a las plantas, disminuyendo la pérdida y lavado de éstos en el suelo (Brechelt, 2015).



Figura 4. Escoria de carbón

Fuente: (Elías, 2009).

Como residuo de la extracción de carbón (Figura 4), resulta la escoria de carbón, cuando se quema el carbón se produce entre el 12 y el 20% en peso de un material grueso y granular, así como un 2% de cenizas volantes. Estos dos materiales pueden ser usados como sustrato. La industria carbonera procura el aprovechamiento y utilización de los estériles de las minas como sustratos para cultivos sin suelo, (Madrid.org, 2016). La cantidad de escoria generada depende del tipo de carbón y del proceso de quemado, entre otros. También se dice que la escoria de carbón es un subproducto de la fabricación de gas a partir de carbón. Como un subproducto de esta escoria se puede desechar o dar usos alternativos.

Las empresas termoeléctricas son las mayores productoras de estos residuos, esto es debido a que estas empresas usan como principal fuente de energía que representa el 37% de la producción total de energía en el mundo (Tang *et al.*, 2015).

Se ha reportado en algunas partes que la antracita o bien llamada escoria de carbón, podría ser utilizado como un medio sin suelo para producción de cultivo de flores en invernadero. Los residuos de la quema del carbón mineral en hornos y calderas son muy utilizados por los floricultores y los viveristas como sustrato durante el proceso de enraizamiento (Calderón y Ceballos, 2001). En su conjunto, las escorias de carbón son un sustrato de peso medio ( $0,5$  a  $0,8 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), con buena retención y distribución de humedad y buena estabilidad física, siempre y cuando se controle de manera adecuada la distribución de tamaño de partículas.

La utilización de tamaños de granos muy finos puede producir encharcamiento mientras que tamaños muy grandes suelen presentar muy baja retención de humedad (Calderón y Ceballos, 2001; de Jayasinghe *et al.*, 2009; Hu *et al.*, 2009; Quintero *et al.*, 2011).

En la actualidad no existe la manera para la eliminación de estos residuos, lo único que se hace es cubrir este material con grandes cantidades de tierra, esta es la forma de manejo para que sus partículas no floten en el aire y puedan afectar a alguien. Sin embargo, se dice que el uso de escoria de carbón sirve como fuente de sílice, pero no se conocen estudios en detalle, el uso más conocido es la fabricación de hormigón.

La recuperación de recursos de la escoria de carbón es uno de los temas más importantes en la gestión de residuos en la actualidad, se espera poder dar una solución que beneficie todas las partes involucradas, de manera que contribuya en desarrollo del agro y de medio ambiente.

## **5. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto de diferentes mezclas de sustratos sobre la germinación y crecimiento de plántulas de uchuva (*Physalis peruviana L.*) bajo condiciones de invernadero.

### **5.1 Objetivos específicos**

- Evaluar la respuesta de germinación y crecimiento de las plántulas de uchuva en bandejas, bajo los diferentes tratamientos.
- Determinar el comportamiento fisiológico de las plántulas de uchuva provenientes de los tratamientos en bandeja en la bolsa.
- Establecer la relación beneficio costo de las diferentes concentraciones de sustratos reflejadas en el desarrollo fisiológico de la planta y el tiempo de trasplante a campo.

## 6. METODOLOGIA

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación Tibaitatá, ubicado en el kilómetro 14 vía Mosquera – Bogotá (Cundinamarca). Está localizado a 4°42'28" de latitud norte y 74°13' 58" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, se encuentra a una altura de 2.546 a.s.n.m y la temperatura promedio es de 14°C. El ensayo se realizó en un invernadero ubicado en el lote 5 de la corporación colombiana de investigación agropecuaria. En la presente investigación se evaluó algunas variables de crecimiento frente a la relación de unas mezclas de sustratos, los sustratos utilizados fueron Turba y Escoria de Carbón, esta investigación se desarrolló en dos fases.

### 6.1 Fase 1 (Germinación y crecimiento en Bandeja)

Comprendió la siembra de las semillas y la germinación de las plántulas de uchuva teniendo en cuenta dos parámetros como la altura de la planta y el número de hojas, esto como indicador para realizar el trasplante a bolsa.

Se tomó la escoria de carbón y se pasó por una cernidora para dejar las partículas más finas, se usó turba PROMIX – PGX® luego se realizó las respectivas mezclas con la turba según cada tratamiento, se humedeció el resultado de la mezcla y se ubicó en las bandejas de germinación de 72 alveolos de material plástico. Para cada tratamiento se establecieron 3 repeticiones, por lo que se sembraron 216 semillas por tratamiento, una por alveolo. Además, se tuvo un testigo comercial, que fue un tratamiento con un sustrato suelo mezclado con cascarilla de arroz donde se sembraron 100 semillas, una por bolsa, todo esto dando un resultado final de 316 semillas.

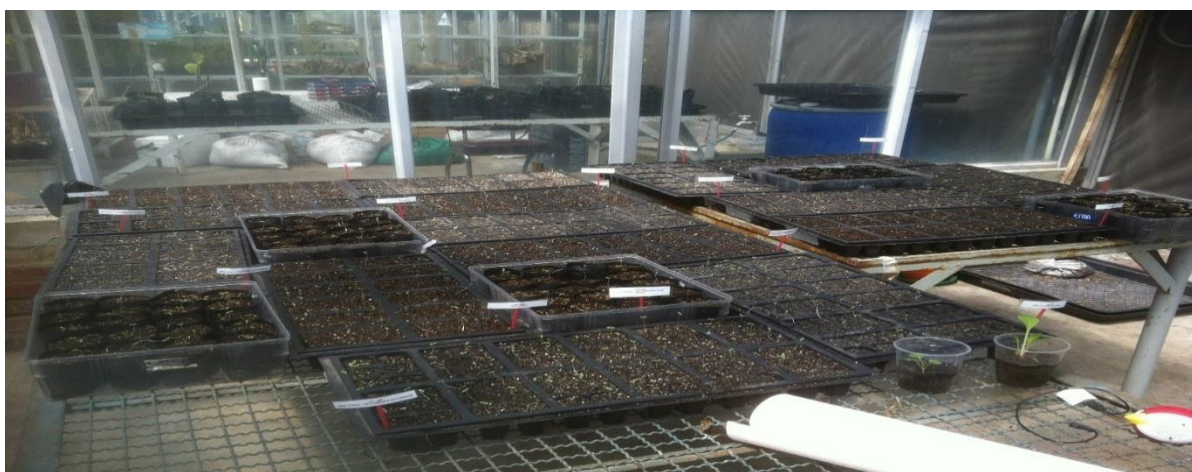


Figura 5. Ubicación geográfica de los tratamientos según diseño experimental.

Fuente: (Martinez, 2016).



Luego se procedió a ubicar las bandejas en mesas metálicas completamente al azar según el diseño experimental (Figura 5). Esta fase se desarrolló en un tiempo de 29 días y se realizaron 3 evaluaciones registrando los datos en los respectivos formatos.

## 6.2 Fase 2 (Trasplante a bolsas)

La segunda etapa inicia con el trasplante de las plántulas a bolsa, se trasplantaron plántulas de 29 días en bandeja, 10 por cada repetición, a diferencia de la fase 1 el trasplante se realizó en sustrato suelo con cascarilla en proporción 75% suelo – 25% cascarilla de arroz, se trabajó con bolsas negras de 10 x 10 cm. De igual forma se seleccionaron 30 plántulas del testigo comercial de manera de tener las mismas repeticiones que cada tratamiento.

La selección de las plántulas de bandeja y bolsas fue completamente al azar, de igual forma se ubicaron en las mesas distribuidas al azar como en la fase inicial.



Figura 6. Trasplante de las plantas a bolsas.

Fuente: (Martinez, 2016).

Este proceso (Figura 6) se realizó de tal manera de ver la adaptación de las plántulas germinadas con la mezcla de los sustratos y poderlas comparar con el testigo comercial, para comparar el desarrollo según las variables de crecimiento. El tiempo en bolsa antes de pasar a campo fue de 20 días.

Se optó por dejar más tiempo en bandeja y menos tiempo en bolsa para aprovechar el sustrato inicial y hacer el trasplante con mayor cantidad de raíz a la bolsa y garantizar un mejor desarrollo. Durante todo el proceso se realizaron tres aplicaciones de fertilizante, de manera edáfica, se aplicó un fertilizante llamado Irricol inicio® especial para germinación donde nos brinda los elementos mayores y menores necesarios para las plantas, este fertilizante se aplicó dos veces en la etapa de bandeja y una vez en la etapa de bolsa. El tiempo total del ensayo desde la fase 1 a la 2 fue de 76 días.

### **6.3 Tratamientos**

**T1:** 75% Turba y 25% escoria de carbón

**T2:** 50% Turba y 50% escoria de carbón

**T3:** 25% Turba y 75% escoria de carbón

**T4:** 100% Turba

**T5:** 100% Escoria de carbón

**Testigo:** 50% suelo y 50% cascarilla de arroz

Para este ensayo se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), para lo cual se evaluaron 5 tratamientos con 3 repeticiones y 1 testigo, además de evaluar las diferentes variables de crecimiento de la siguiente forma.

#### 6.4 Variables analizadas

VARIABLES	FASE 1 (Bandeja)	FASE 2 (Bolsa)
Porcentaje de germinación	X	
Volumen de raíz	X	X
Numero de hojas	X	X
Peso fresco raíz	X	X
Peso seco raíz	X	X
Peso fresco parte aérea	X	X
Peso seco parte aérea	X	X
Diámetro del tallo	X	X
Longitud del tallo	X	X

Esta evaluación se realizó por un método destructivo. Se ejecutó una evaluación de las variables en las dos fases. En la primera fase se inicia evaluando el porcentaje de germinación entre los 20 y 30 días después de la siembra, las demás variables se evaluaron en la fase 1 a los 56 y la fase 2 los 76 días. Este tiempo estuvo determinado debido a que la planta ya contaba con las condiciones adecuadas para pasar a campo.

#### 6.5 Métodos de evaluación

Esta evaluación se realizó por un método destructivo, la evaluación se realizó de la misma manera en las dos fases con excepción de la variable porcentaje de germinación que solo se midió en la primera fase, este dato se tomó tres veces después de que hubo una germinación relativamente homogénea, contando el número de semillas que germinaron por cada repetición en cada semana.

Para evaluar las demás variables se tomaron 5 plantas de cada bandeja donde a todas se les hizo el mismo proceso.



- Se seleccionó la plántula de cada bandeja de manera al azar, luego se llevaron a un recipiente con agua, donde se sumergió y se agitó para de esta manera retirar el sustrato que soportaban las raíces y así no afectar la toma de los datos. Después de esto se cortó la raíz separándola de la parte superior, para luego medir la longitud del tallo con una escuadra.
- Luego de haber separado la raíz de la plántula y secarla con una servilleta para que no afectara el peso por el agua, se colocó la raíz sobre la balanza y se tomó el dato del peso fresco, posterior a esto se hizo lo mismo con el área foliar o parte aérea de la planta.
- Después se procedió a medir el diámetro del tallo con un calibrador o pie de rey, este dato se tomó de la base del tallo.
- Posterior a esto se tomó el dato del volumen de la raíz, esto se realizó por el método de la probeta. Básicamente lo que hizo fue tomar una probeta y poner un volumen conocido de agua para luego después poner la raíz y observar el desplazamiento del agua para así poder tomar la medida del volumen de la raíz.
- En seguida se realizó el conteo de hojas verdaderas en cada una de las fases, además con esta variable se ayudó a determinar que las plántulas estuvieran aptas para el trasplante.
- Por último, lo que se hizo fue introducir la raíz y la parte aérea de la plántula en una bolsa de papel periódico. Estas bolsas fueron marcadas con el tratamiento la repetición y el número de plántula, para luego ser llevadas a una estufa de secado donde se dejaron por dos días a una temperatura de 61°C para luego pasar a tomar los datos de peso seco de la raíz y del área foliar.

## 6.6 Análisis de datos

Para determinar las diferencias entre los tratamientos se tomaron los resultados más significativos y se hizo un análisis de varianza. Después se procedió a realizar una prueba de comparación múltiple por medio de un método estadístico (Tukey) por medio del paquete estadístico SAS®

## 7 RESULTADOS Y DISCUSION

Las evaluaciones de las diferentes variables de crecimiento permitieron observar el desarrollo de las plántulas de uchuva, bajo distintas mezclas de sustratos, uno totalmente comercial como la turba canadiense (T) y el otro sin mucho reconocimiento como la escoria de carbón (EC), sin embargo, lo que se quería observar es si por medio de las mezclas se podía producir la misma cantidad y de la misma calidad plántulas de uchuva reduciendo el uso de la turba por sus elevados costos y así poder remplazarla o minimizar el uso de la misma, con un sustrato de buenas condiciones físicas y químicas y de bajo costo, permitiendo tener un beneficio costo. Dentro de las evaluaciones se tuvo en cuenta.



Figura 7: Resultados de los tratamientos de la fase 1 antes del trasplante.

Fuente: (Martínez, 2016)

## 7.1 Porcentaje de germinación

En cuanto al porcentaje de germinación no se presentó diferencia, se realizaron tres evaluaciones en 20 días, a la primera, segunda y tercera semana para tener un mejor punto de comparación, entre el efecto de la mezcla del sustrato, la emergencia de la radícula y el desarrollo de la plántula.

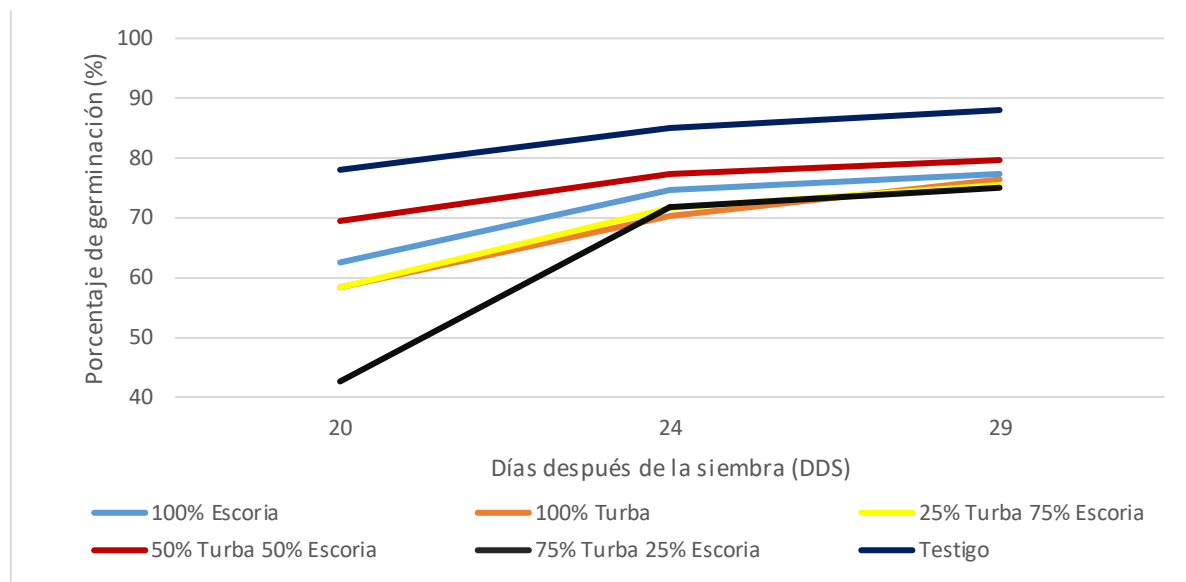


Figura 8. Porcentaje de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo efecto las mezclas de sustratos a los 20, 24 y 29 DDS.

Mediante el uso de la prueba Tukey y en comparación con estudios realizados por (Díaz, Fischer y Pulido 2010), con respecto a la germinación de las semillas de uchuva en fibra de coco como sustituto de la turba y en este caso con las mezclas de los sustratos no hubo significancia  $Pr > F$  0,8795 en el número de semillas germinadas. En consideración esta semilla usada para la investigación es certificada y presenta un 85% de germinación y un 99,9% de pureza.

Además, según (Mantilla, 2008) como se cita en Díaz, *et al.*, (2010) la duración de las fases de germinación depende de las características de la semilla, siendo este un factor bastante influyente en los resultados reflejados a continuación.

El testigo fue el tratamiento que más se destacó con un 85% de germinación (Figura 8). Este resultado puede ser por las características fisicoquímicas del sustrato, además se sabe que el suelo presenta mejor retención de agua que algunos sustratos, lo que garantiza que la semilla siempre tuviera el agua suficiente para

poder germinar en condiciones ideales, el testigo fue una mezcla de suelo (S) con cascarilla de arroz (CA) en una proporción 75% (S) y 25% (CA).

Sin embargo, los demás tratamientos no estuvieron muy por debajo del porcentaje de germinación que presentó el testigo. El tratamiento más cercano al 85% fue la mezcla 50% (T) y 50% (EC), además fue el más constante en las 3 lecturas, lo que indica que en esta variable sería el tratamiento que mejor se comportó para la germinación de semillas de uchuva junto con el testigo. El tratamiento menos constante fue el de 75%(T) y 25% (EC) ya que en los primeros 20 días estuvo por debajo del 50% de germinación en comparación de los demás tratamientos, que estaban en 60 y 70%, sin embargo, este tratamiento se niveló a los 24 (dds) y finalizó a la par de los demás tratamientos alrededor del 70% de germinación.

Posiblemente el retraso del inicio de la germinación en algunos tratamientos puede estar relacionada con la Conductividad Eléctrica (CE) de los sustratos como se menciona en el estudio realizado por (Bravo *et al.*, 2006) donde evaluaron la germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv 'Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos.

## 7.2 Volumen De Raíz

La raíz es una parte principal de las plantas y una de las más importantes por la función que cumple en cuanto al desarrollo de la misma.

**Tabla 1. Volumen de la raíz de plántulas de uchuva durante la fase 1 en bandejas de germinación bajo los tratamientos establecidos.**

Tratamientos	Volumen raíz (ml)	
	Promedio	Grupos
75% Turba 25% Escoria	0,42	A
50% Turba 50% Escoria	0,4	A
25% Turba 75% Escoria	0,32667	A
100% Turba	0,3	A
Testigo	0,22667	AB
100% Escoria	0,09667	B

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey <.0001.

En esta primera fase se puede observar una similitud entre los grupos lo que nos indica que no hubo diferencia entre los tratamientos, pero si observamos los promedios de cada tratamiento si se puede determinar alguna diferencia significativa con el fin de seleccionar el mejor tratamiento que genera mayor volumen de raíz, dentro del grupo A encontramos 4 tratamientos, dentro de los cuales están los 3 que llevan mezclas y uno que es 100% turba, mientras que el testigo entra en el medio del grupo A y el B y por último está el 100% escoria de carbón que fue el menos efectivo en el desarrollo radical de las plántulas.

La cantidad de raíces de una planta es de vital importancia debido a que ellas son las encargadas de tomar el agua, nutrientes minerales y los nutrimentos orgánicos que son reguladores de crecimiento como las gibelinas y citoquininas, (Gil, 1999) cómo se cita en Díaz, *et al.*, 2010).

Dicho esto, y según el análisis estadístico se observó que, entre los que tienen mejor promedio está el tratamiento 75%(T) 25%(EC) y 50%(T) 50(EC), esto se podría denominar como los mejores tratamientos a la hora generar mayor volumen de raíces, a diferencia de lo que se vio en un estudio realizado por (Díaz, *et al.*, 2010) donde los tratamientos mezclados produjeron menor cantidad de raíces. Uno de los factores que pudo afectar el volumen de raíz de algunos tratamientos se debe al sustrato, el tratamiento 5 100% (EC) (Tabla 1) presento compactación por el tamaño de las partículas y por el riego constante, lo generando baja porosidad evitando que las raíces tuvieran un desarrollo óptimo.

Los otros tratamientos ubicados en el grupo A son 25%(T) 75%(EC) y 100% turba, pero se mantuvieron muy por debajo de los dos primeros, con un promedio aproximado entre el 0,3 y 0,32 ml de volumen radicular.

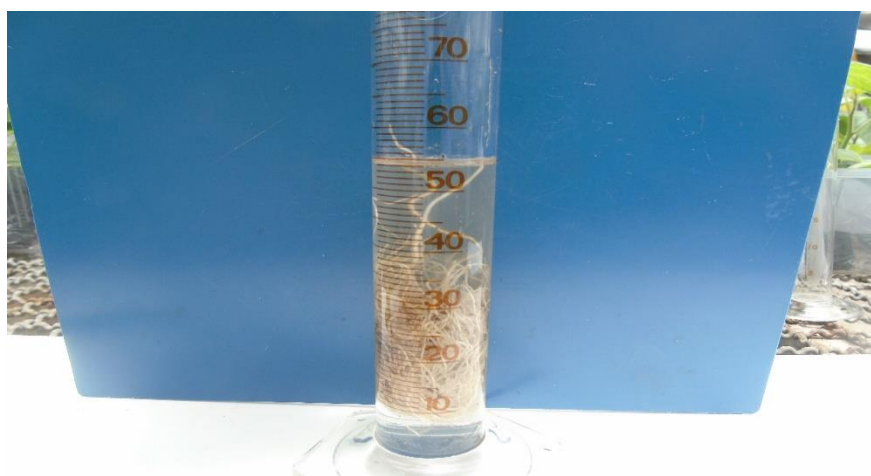


Figura 9. Volumen de raíz fase 2.

Fuente: (Martinez, 2016).

Como se observa en la (Figura 9) el volumen de raíz de la segunda fase fue mayor debido al tiempo de evaluación, sin embargo, los tratamientos mantuvieron la tendencia de crecimiento del volumen de raíz de la fase 1 (Bandejas) a la fase 2 (Bolsas), en esta fase los tratamientos con mezclas presentaron diferencias significativas sobre los tratamientos sin mezcla y el testigo comercial.

En esta fase se trabajó con el sustrato base del testigo comercial, que fue suelo en un 75% y cascarillas de arroz en un 25%, con el propósito de observar el comportamiento del crecimiento y la capacidad de adaptación de las plántulas en un sustrato diferente, los resultados se evidencian a continuación.

**Tabla 2: Volumen de la raíz de plántulas de uchuva durante la fase 2 en bolsas de vivero bajo los tratamientos establecidos.**

Tratamientos	Volumen raíz (ml)	
	Promedio	Grupos
50% Turba 50% escoria	4,7533	A
25% Turba 75% Escoria	3,3267	B
75% Turba 25% Escoria	3,2533	B
100% Escoria	2,5667	B
100% Turba	2,3733	B
Testigo	2,0667	B

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey <.0001.

En la (Tabla 2) se puede identificar que el tratamiento correspondiente al grupo A fue el que mejor comportamiento tuvo en cuanto al desarrollo del área radicular en comparación con los demás, este tratamiento conformado en una mezcla 50% (T) y 50% (EC) obtuvo un promedio de 4,7533 ml, lo que nos muestra que bajo la evaluación en la fase 1, el desplazamiento del agua fue mucho mayor en comparación de los demás tratamientos indicándonos que desarrolló más raíces, lo que garantiza obtener mejor desarrollo y crecimiento de las plantas.

Sin embargo, se observa que los otros tratamientos que tienen mezcla de los sustratos 25% (T) 75% (EC) y 75% (T) 25% (EC) desarrollaron más raíz en comparación de los tratamientos sin mezcla como el 100% Escoria de carbón y el

100% Turba que presentaron bajos promedios en cuanto al desarrollo radicular, lo que indicaría menor desarrollo y crecimiento de las plántulas. Por otro lado, el testigo de suelo con cascarilla en una proporción 75% (S) y 25% (CA) no presento un buen comportamiento en porcentaje de volumen de raíz, ubicándose en los del grupo de B, pero con mucho menor porcentaje de raíz en comparación los demás tratamientos. Los tratamientos identificados con las letras hacen referencia a una diferencia significativa entre los mismos.

### **7.3 Numero de hojas**

El número de hojas es un indicador favorable de que la planta se está desarrollando satisfactoriamente bajo las condiciones que se le proveen. En este caso nos indica que el sustrato y las condiciones que se proveyeron sirvieron para el desarrollo óptimo de las plántulas, dándonos un promedio de hojas verdaderas, como se refleja en la siguiente tabla. Además de esto Moreira *et al.*, 2010) citado de Araméndiz, Cardona & Correa, 2013) indica que a mayor número de hojas por planta mejor es el desarrollo, debido a que en las hojas están las mayores fuentes de fotoasimilados (azúcares, hormonas, aminoácidos, etc.).

Durante esta fase se evaluó el número de hojas producido por las plántulas de uchuva, según cada tratamiento, se presenta alguna diferencia en dos tratamientos destacándose por encima de los demás. Se destacan los tratamientos que poseen mezclas, en este caso los tratamientos están ubicado en el grupo A. En cuanto a resultados de los demás tratamientos no fueron de gran relevancia ni presentaron diferencias entre los mismos, el tratamiento con menor número de hojas fue el 100% turba con un promedio por debajo de 3 de hojas verdaderas.

Los tratamientos que se destacaron no presentan gran diferencia en su promedio, por lo que se podrían catalogar como los mejores, indicándonos que estas mezclas de sustratos benefician al desarrollo de la planta en cuanto a la producción de hojas y el desarrollo de la planta. Sin embargo, tratamiento que más se destaco fue el tratamiento 25% (T) y 75%(EC) seguido por el 50% (T) 50% (EC).

**Tabla 3: Diferencias de los tratamientos en cuanto a la producción de numero de hojas verdaderas en la fase 1 Y 2.**

FASE 1			FASE 2		
Tratamientos	Numero de hojas		Tratamientos	Numero de hojas	
	Promedio	Grupos		Promedio	Grupos
25% Turba 75% Escoria	4,1333	A	50% Turba 50% Escoria	8,6	A
50% Turba 50% Escoria	3,9333	A	75% Turba 25% Escoria	7,8	AB
75% Turba 25% Escoria	3,7333	AB	100% Turba	7,0667	BC
100% Escoria	3,2	BC	25% Turba 75% Escoria	6,9333	BC
Testigo	3	C	100% Escoria	6,6	C
100% Turba	2,7333	C	Testigo	6,3333	C

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey <.0001.

Dentro de la fase dos se observaron cambios de comportamiento de los tratamientos en cuanto al promedio de mayor producción de hojas y desarrollo de las plantas de uchuva. Los siguientes cambios se pueden observar en la siguiente tabla.

En esta fase el tratamiento de 50% (T) 50% (EC) fue el que más se destacó y se mantuvo por encima de los demás en la fase 1, este tratamiento obtuvo un promedio de producción de hojas por encima de 8,5 hojas por planta (Tabla 3). Mientras que el mejor tratamiento de la fase 1 bajo el promedio de producción de hojas en la fase 2, indicándonos que la adaptación de las plantas al cambio de sustrato no le beneficio. Dentro de los tratamientos que mejor se comportaron en la fase 2, la turba paso de ser el tratamiento con menor promedio de numero de hojas en la fase 1





Figura 10: Conteo número de hojas Fase 2.

Fuente: (Martínez, 2016).

La escoria de carbón y el testigo se comportaron de igual manera en las dos fases (Figura 10) en cuanto a la producción de hojas, con bajos rendimientos, lo que nos indica que desde la fase 1 de germinación y crecimiento el sustrato no tuvo mayor significancia en favor de la planta y el trasplante tampoco fue determinante en mejorar el comportamiento de esta variable.

#### **7.4 Longitud de tallo**

Se puede observar una diferencia significativa de un tratamiento sobre los demás, durante la fase 1 el tratamiento 50% (T) 50% (EC) fue el que obtuvo una mayor longitud de tallo en comparación con los demás, en promedio logro estar en 3.7 cm. El tratamiento que le siguió fue el testigo con un buen promedio, alrededor de 3.5 cm. Las otras dos mezclas de sustratos estuvieron en el medio con promedios alrededor de los 3 cm, sin embargo, todos los tratamientos pertenecieron a grupos diferentes. Los grupos CD y D, fueron los tratamientos con bajos rendimientos indicándonos que si hubo diferencias significativas entre los tratamientos con mezcla y los sin mezcla.

**Tabla 4: Valores promedios de la longitud del tallo en la fase 1 en relación con los diferentes tratamientos.**

FASE 1			FASE 2		
Tratamientos	Longitud tallo (cm)		Tratamientos	Longitud de tallo (cm)	
	Promedio	Grupos		Promedio	Grupos
50% Turba 50% Escoria	3,7867	A	50% Turba 50% Escoria	12	A
Testigo	3,5933	AB	75% Turba 25% Escoria	11,0533	A
25% Turba 75% Escoria	3,3533	ABC	25% Turba 75% Escoria	10,9333	A
75% Turba 25% Escoria	2,94	BCD	100% Escoria	8,76	B
100% Turba	2,7867	CD	100% Turba	7,76	B
100% Escoria	2,4	D	Testigo	7,6067	B

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey <.0001.

En cuanto a la tendencia de las otras variables, en la fase 2 se presentan cambios de posición de los tratamientos en comparación con la fase 1, sin embargo, solo hay un tratamiento que se ha mantenido en la misma posición en las dos fases, y es el tratamiento de 50% (T) 50% (EC) que se ubica con mejores rendimientos reflejados con letra A indicándonos que si existe una diferencia significativa.

Este tratamiento presenta un promedio de 12 cm de altura (Tabla 4) mientras que los demás tratamientos son inconstantes en sus resultados. Los otros dos tratamientos que van en mezcla se ubicaron en el mismo grupo A con promedios entre los 10 y los 11 cm de longitud, pero presentan un cambio en su comportamiento en relación con la fase inicial.

Por otro lado, se presenta un cambio bastante notorio en el comportamiento del testigo, pasó de generar mayor número de hojas en la fase 1, para bajar su promedio ubicándose como el tratamiento con menor rendimiento en la fase 2. Los otros sustratos del 100%, turba y escoria de carbón se mantuvieron, pero presentaron diferencias significativas con los del grupo A.

En la fase 2 en relación con esta variable el trasplante a bolsa en sustrato suelo con cascarilla no genero ningún cambio fisiológico en el desarrollo de hojas.



Figura 11: Longitud de tallo y raíz fase 1.

Fuente: (Martínez, 2016).

## 7.5 Diámetro de tallo

El diámetro del tallo resultó similar a la altura del tallo durante la fase 1 en relación con el comportamiento de desarrollo (Figura 11), pero solo con el tratamiento del 50% (T) 50% (EC), esta mezcla se destacó en relación a los demás y a los sustratos del 100% y al testigo. El promedio de esta mezcla fue de 2.1 cm de diámetro ubicándose en el grupo A, seguido del grupo AB.

Sin embargo, en este resultado no hubo una diferencia significativa entre los tres tratamientos que mejor se comportaron que fueron las mezclas de los sustratos, y mantuvieron un diámetro promedio de 2 cm, mientras que los otros tres tratamientos el testigo, el 100% Escoria de carbón y el 100% turba estuvieron en un diámetro promedio de 1.5 cm.

Según estos resultados y en un estudio realizado para ver efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate, (Normann, 1993) citado de Ortega-Martínez *et al.*, 2010), señala que las mezclas de sustratos logran una mejoría en una o más propiedades del material original, ya que es muy difícil encontrar en la naturaleza un material que, por sí sólo, satisfaga todas las exigencias de un sustrato ideal.

**Tabla 5: Valores promedios del diámetro del tallo en la fase 1 y 2 en relación con los diferentes tratamientos.**

FASE 1			FASE 2		
Tratamientos	Diámetro tallo (cm)		Tratamientos	Diámetro de tallo (cm)	
	Promedio	Grupos		Promedio	Grupos
50% Turba 50% Escoria	2,1467	A	50% Turba 50% Escoria	4,46	A
75% Turba 25% Escoria	2,0113	AB	25% Turba 75% Escoria	4,2933	AB
25% Turba 75% Escoria	2,0067	AB	75% Turba 25% Escoria	4,26	AB
Testigo	1,6667	BC	100% Escoria	3,8533	B
100% Escoria	1,6533	C	100% Turba	3,8267	B
100% Turba	1,4133	C	Testigo	3,8067	B

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey <.0001.

Durante la segunda fase se mantiene la tendencia de desarrollo del diámetro del tallo por el tratamiento de 50% (T) 50% (EC) en relación con la primera fase. Sin embargo, el promedio presento un mayor rango de diferencia en comparación con la fase 1 donde fue menos significativo. Los tratamientos con mezclas presentaron tendencias diferentes entre ellos en el comportamiento de desarrollo, el tratamiento 25% (T) y 75%(EC) aumento y el 75% (T) y 25% (EC) disminuyo en comparación de la fase 1 (Tabla 5).

Por otro lado, con los tratamientos del 100% y el testigo también se mantuvo la tendencia de la fase 1 aunque el comportamiento cambio entre ellos tres, pero no se obtuvo resultados de gran significancia en relación con las mezclas.

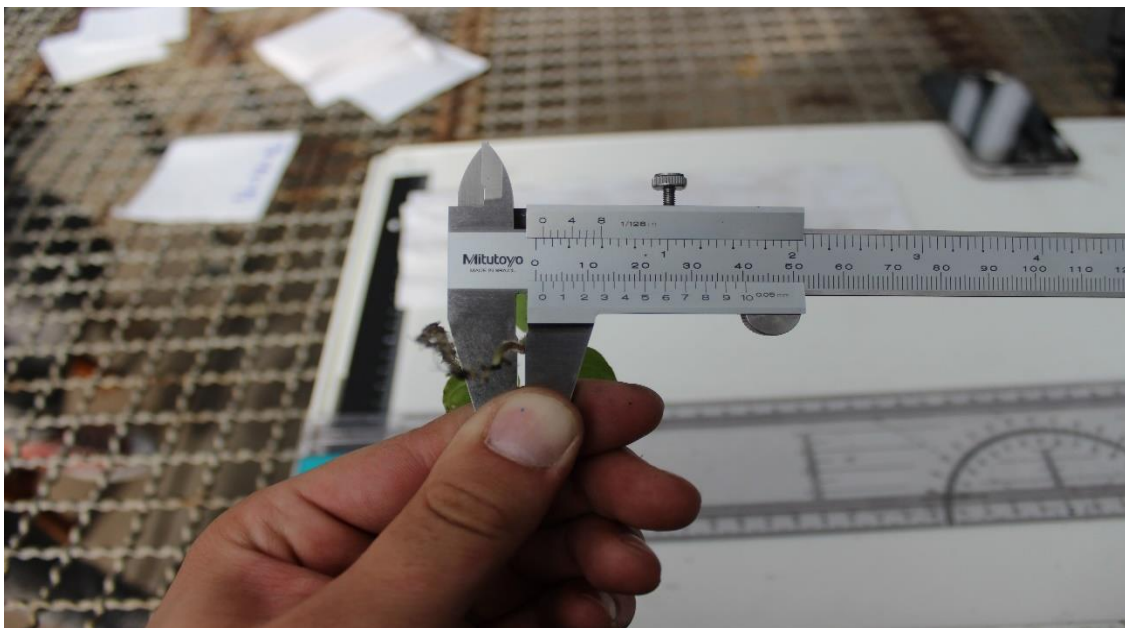


Figura 12: Toma de diámetro del diámetro del tallo con calibrador pie de rey.

Fuente: (Martinez, 2016).

En esta variable se observa mejor desarrollo de las plantas en la mezcla 50% (T) 50% (EC) en las dos fases, lo que nos indica que este tratamiento es el más favorable en cuanto grosor del tallo (Figura 12). Esta respuesta obedece posiblemente a que la planta pudo desarrollar mejor sus raíces lo que le permite tomar los elementos nutricionales necesarios para su desarrollo, destacándose sobre los demás tratamientos.

## 7.6 Peso fresco parte aérea Y raíz, fase 1 Y 2

El peso fresco de la parte aérea y de la raíz marca una tendencia de superioridad en el valor promedio del peso fresco del tratamiento 50% (T) 50% (EC) frente a los resultados y comportamientos de los demás tratamientos en las dos fases. Este resultado también se ve reflejado en las variables evaluadas de número de hojas, diámetro y longitud de tallo.

Existe una diferencia significativa que se observa no solo en el promedio del (PFA) y (PFR) si no en el grupo que se enmarca con una letra al lado del promedio. Siendo este tratamiento el único enmarcado con la letra A, el promedio de la primera fase anduvo alrededor de los 0.78 mg y en la segunda fase rondo los 6.3 gr de peso

fresco área foliar. Por otro lado, el promedio del peso fresco raíz estuvo entre los 0.4 gr en la fase 1 y en la fase 2 fue de 4.6gr.

**Tabla 6: Valores promedio de peso fresco de la parte aérea (PFA) y peso fresco de la raíz (PFR) en las dos fases.**

Peso Fresco Área Foliar fase 1		Peso Fresco Área Foliar fase 2		Peso Fresco Raíz Fase 1		Peso Fresco Raíz Fase 2	
Tratamientos	Promedio (gr)	Tratamientos	Promedio (gr)	Tratamientos	Promedio (gr)	Tratamientos	Promedio (gr)
50% Turba 50% Escoria	0,78 A	50% Turba 50% Escoria	6,2667 A	50% Turba 50% Escoria	0,41333 A	50% Turba 50% Escoria	4,6533 A
25% Turba 75% Escoria	0,65333 AB	75% Turba 25% Escoria	5,5667 AB	75% Turba 25% Escoria	0,40667 AB	25% Turba 75% Escoria	3,52 AB
75% Turba 25% Escoria	0,55333 B	25% Turba 75% Escoria	5,3867 ABC	25% Turba 75% Escoria	0,27333 BC	75% Turba 25% Escoria	3,5067 AB
Testigo	0,28333 C	100% Escoria	4,6067 BC	Testigo	0,23 CD	100% Escoria	2,7933 B
100% Escoria	0,27143 C	Testigo	4 C	100% Turba	0,19333 CD	100% Turba	2,4733 B
100% Turba	0,22 C	100% Turba	3,98 C	100% Escoria	0,125 D	Testigo	2,2933 B

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey <.0001.

Los demás tratamientos presentaron conductas diferentes en las dos fases, los tratamientos con mezclas de 25% (T) 75% (EC) y 75%(T) 25%(EC) variaron en su comportamiento en la fase uno y dos de esta variable. (Tabla 6) Sin embargo, estos dos tratamientos han tenido un buen desarrollo en relación a los sustratos del 100% y al testigo.

Como tratamiento en cuanto al peso fresco de la parte aérea fue el tratamiento del 100% turba presentando menor peso fresco en las dos fases, se observa una un rango de diferencia bastante amplio con relación al tratamiento que mejor se comportó, el testigo y el 100% turba tampoco obtuvieron los rendimientos adecuados en la mayoría de variables evaluadas.

El tratamiento con más bajo comportamiento en el peso fresco de la raíz en la fase 1 fue el 100% (EC), mientras que en la fase 2 se ubicó el testigo.





Figura 13: Toma del peso de parte aérea y raíz Fase 2 con balanza Analítica.

Fuente: (Martinez, 2016).

### **7.7 Peso Seco Parte Aérea Y Raíz, Fase 1 Y 2**

En relación con el peso seco y peso fresco de la parte aérea de la planta, los tratamientos arrojaron básicamente los mismos resultados, el comportamiento fue el mismo, a excepción del testigo en la primera fase que fue superior sobre los dos tratamientos del 100%, mientras los otros tratamientos mantuvieron la misma tendencia.

Con respecto a esta variable, el peso seco, que se obtuvo en cada uno de los tratamientos, es el peso real de la biomasa de la planta, este es un indicador que nos muestra cual tratamiento fue el más efectivo y permitió mejor desarrollo en las plantas con las condiciones que se le brindaron durante el tiempo que duró el ensayo.

**Tabla 7: Valores promedio de peso seco de la parte aérea (PSA) y peso seco de la raíz (PSR) en las fases 1 y 2.**

Peso Seco Área Foliar Fase 1		Peso Seco Área Foliar Fase 2		Peso Seco Raíz Fase 1		Peso Seco Raíz Fase 2	
Tratamientos	Promedio (gr)	Tratamientos	Promedio (gr)	Tratamientos	Promedio (gr)	Tratamientos	Promedio (gr)
50% Turba 50% Escoria	0,089933 A	50% Turba 50% Escoria	0,7214 A	50% Turba 50% Escoria	0,0264 A	50% Turba 50% Escoria	0,31327 A
25% Turba 75% Escoria	0,075867 A	75% Turba 25% Escoria	0,62713 AB	75% Turba 25% Escoria	0,024533 A	25% Turba 75% Escoria	0,29207 A
75% Turba 25% Escoria	0,070267 A	25% Turba 75% Escoria	0,58187 AB	25% Turba 75% Escoria	0,022067 AB	75% Turba 25% Escoria	0,26987 Ab
100% Escoria	0,0348 B	100% Escoria	0,46353 BC	Testigo	0,014733 BC	100% Escoria	0,16647 BC
100% Turba	0,0316 B	Testigo	0,3558 C	100% Turba	0,012533 C	100% Turba	0,1528 C
Testigo	0,030067 B	100% Turba	0,3426 C	100% Escoria	0,0092 C	Testigo	0,135 C

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey <.0001

Dentro de la (Tabla 7) se puede observar la superioridad del tratamiento 50% (T) 50% (EC) del grupo A sobre los demás grupos, este tratamiento fue el que mejor comportamiento presento durante el tiempo que duro el ensayo y en la mayoría de las variables, esto se puede ver reflejado en análisis estadístico. Este tratamiento se puede considerar el tratamiento más completo, no solo en relación con el peso seco de la raíz y de la parte foliar, también en las demás variables.

Sin embargo y como dato interesante se pudo determinar que los sustratos con mezclas tuvieron buen comportamiento en cuanto al desarrollo fisiológico, ya que se determinó en la mayoría de las variables un comportamiento optimo en correlación con los tratamientos sin mezclas y frente al testigo comercial



## 7.8 Relación Costo Beneficio

Dentro de estos resultados se obtuvo un ahorro del 50% de turba como sustrato principal para propagación de plántulas de uchuva, esto es debido al resultado del tratamiento 50% turba 50% escoria de carbón debido a que presento mejor comportamiento en el desarrollo fisiológico en relación con el tratamiento 100% turba, este tenido en cuenta como punto de referencia, lo que indica que con este tratamiento estamos ahorrando la mitad de turba y se obtiene un ahorro del 50% del costo del bulto.

**Tabla 8: Precio de sustrato por bulto 30kg**

	<b>Precio (pesos)</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Numero de plántulas/bulto</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Turba</b>	150.000	30 kg	720 plántulas	76 días
<b>Escoria de carbón</b>	600	30kg	720 plántulas	76 días
<b>T + EC</b>	150.600	60kg	1440 plántulas	76 días

La turba en el mercado actual se encuentra en presentación de 30 kilos y cuesta alrededor de 150 pesos colombianos, Mientras el bulto de escoria de carbón de la misma presentación cuesta aproximadamente 600 pesos.

Como dato importante, las bandejas que se usaron son de 72 alveolos donde cada alveolo tiene una capacidad de almacenar aproximadamente 42 gr peso volumen, lo que multiplicado por 72 alveolos nos daría una cantidad aproximada de 3000 gr por bandeja. De manera que el bulto de turba nos alcanza para 30 bandejas lo que significa producción de 720 plántulas por un bulto de turba (Tabla 8). Pero como aplicamos el tratamiento 50% turba 50% escoria de carbón disminuimos los costos en 50% Ahorrando 149400 pesos y se aumentó la producción en un 100% debido a que se duplico la producción plántulas aproximadamente el mismo valor, de esta forma se garantiza el beneficio costo para el productor.

## 8 CONCLUSIONES

- El tratamiento que mejor se comportó durante la fase 1 en el crecimiento de las plántulas en bandejas fue el de 50% turba 50% escoria de carbón, presentando mejores resultados en la mayoría de las variables evaluadas.
- Las plántulas que presentaron mejor desarrollo fisiológico en condiciones de bolsa en todas las variables evaluadas, fue el tratamiento 50% turba 50% escoria de carbón, concluyendo que las plántulas provenientes de esta mezcla fue la que mejor se adaptó al cambio de sustrato.
- La mezcla 50% turba 50% escoria de carbón favorece a los productores en la relación costo beneficio a la hora de producir plántulas de uchuva, reduciendo los gastos a la mitad y aumentando al doble la producción, de igual manera garantizando plantas de buena calidad.

## 9 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la mezcla de sustrato 50% turba 50% escoria de carbón para la germinación y desarrollo de plántulas en diferentes especies en etapa de bandejas y la etapa de trasplante a bolas para ver el efecto de crecimiento.
- Se aconseja evaluar el tratamiento 50% turba 50% escoria de carbón teniendo en cuenta nuevas variables y métodos de evaluación para garantizar el beneficio de propagar plántulas de uchuva con esta mezcla y también en diferentes proporciones.
- Se recomienda seguir probando la escoria de carbón en diferentes mezclas, con otro tipo de sustratos, si es posible reutilizables y de bajo costo, con el fin de poder sustituir la turba en un 100%, donde se beneficie el productor y se contribuya con el medio ambiente.

## 10 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abad, B. M. (1993). Sustratos, características y propiedades. Curso Superior de Especialización sobre: cultivos sin suelo. FIAPA. Almería, España.

Abad, M., Noguera, P., & Carrión, C. (2004). Los sustratos en los cultivos sin suelo. Tratado de cultivo sin suelo. Madrid: Mundi-Prensa, 113-158.

Acosta, F. J. L., Tenjo, N. R. G., Fischer, G., & Lasprilla, D. M. (2008). Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín, 61(1), 4347-4357.

Araméndiz-Tatis, H., Cardona-Ayala, C., & Correa-Álvarez, E. (2013). Efecto de diferentes sustratos en la calidad de plántulas de berenjena (*Solanum melongena* L.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 7(1), 55-61.

Bänziger, M., Edmeades, G. O., & Bolaños, J. (1997). Relación entre el peso fresco y el peso seco del rastrojo de maíz en diferentes estados fenológicos del cultivo. AGRONOMIA MESOAMERICANA, 8(1), 20-25.

Betancourt, M. L. B., Piedrahíta, K. E., Terranova, A. M. P., Amariles, H. D. V., & Flórez, J. E. M. (2008). Caracterización morfológica de 24 accesiones de uchuva del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. ACTA AGRON (PALMIRA), 57(2), 101-108.

Bravo, C. F., Urdaneta, N., Silva, W., Poliszuk, H., & Marín, M. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv 'Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. Revista de la Facultad de Agronomía, 23(2).

Cedeño, M. M., & Montenegro, D. M. (2004). Plan exportador, logístico y de comercialización de uchuva al mercado de estados unidos para frutexpo SCI Ltda. *Monografía de conclusão de curso-Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.*

Calderón, S, F. & Cevallos, (2001) LOS SUSTRATOS. De Drcalderonlabs.com. Recuperado el 22 noviembre de 2016, de [http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los\\_Sustratos.htm](http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm)

Casas, A. (2006). Parámetros de calidad en uchuva (*Physalis peruviana* L.) con

énfasis en EUREP-GAP. Trabajo de grado, ingeniero agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 42 p.

Ch, M., Humberto, J., Rodríguez De S., Aida., Millán C., P. (2012). Caracterización físicoquímica de la uchuva (*Physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 10(2), 188-196.

Castillo, I. (2006). Efecto de diferentes sustratos y del endurecimiento por riego en la calidad de las plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en contenedores en Pinar del Río, Cuba (Doctoral dissertation, Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor).

Castro, F. S. (2011). Evaluación del comportamiento térmico de carbones del Cerrejón, carbones coquizantes y sus mezclas en la producción de coque metalúrgico (Doctoral dissertation, Tesis magistral, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Química, Bogotá).

Celis-Velázquez, R., Peña-Valdivia, C. B., Luna-Cavazos, M., & Aguirre, R. J. R. (2010). Caracterización morfológica de las semillas y consumo de reservas durante la emergencia de plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre y domesticado. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ), 27, 61-87.

Cruz-Crespo, E., Can-Chulim, A., Sandoval-Villa, M., Bugarín-Montoya, R., Robles-Bermúdez, A., & Juárez-López, P. (2013). Sustratos en la horticultura. Revista Bio Ciencias, 2(2).

Díaz, L. A., Fischer, G., & Pulido, S.P. (2010). La fibra de coco como sustituto para la turba en la obtención de plántulas de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Rev. Colomb. Cienc. Hortíc, 4(2), 153-162.

Díaz, M. F., Zegers, G., & Larraín, J. (2005). Antecedentes sobre la importancia de las turberas y el pompon en la Isla de Chiloé. Fundación Senda Darwin, 33.

Espinal, C. F., Martínez Covalada, H. J., & Peña Marín, Y. (2005). La cadena de los frutales de exportación en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005.

Fischer, G., Flórez, V., & Sora, A. (2000). Producción, poscosecha y exportación de la uchuva. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Bogotá, marzo del.

Fischer, G., Miranda, D., Piedrahita, W., & Romero, J. (2005). Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva *Physalis peruviana* Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 221pp.

Fischer, G., Almanza-Merchán, P. J., & Miranda, D. (2014). Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Revista Brasileira de Fruticultura, 36(1), 01-15.

Gil, A. I., & Miranda, D. (2011). Efecto de cinco sustratos sobre índices de crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) bajo invernadero. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 1(2), 142-153.

Jaramillo, M. C. (2010). Buenas prácticas agrícolas para cultivar: uchuvas en el oriente antioqueño. Universidad Científica, 13(1), 15-16.

Lagos, T. C., Vallejo, F. A., Criollo, H., & Muñoz, J. E. (2008). Biología reproductiva de la uchuva. Acta Agronómica, 57(2), 81-87.

Martínez, L. D. O., Olarte, J. S., Díaz-Ruiz, J. R., & Mendoza, J. O. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible, 6(3), 365-372.

Martínez M. 1998. Revision of *Physalis* section *Epeteiorhiza*. Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 69 (2), 71- 117.

Martínez, A. M., Torres, J., & Campos, A. (2005). Estudio del régimen de humedad de tres tipos de turba en la etapa de propagación de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.). Agronomía Colombiana, 23(1), 154-164.

Martínez, F. E., Sarmiento, J., Fischer, G., & Jiménez, F. (2009). Síntomas de deficiencia de macronutrientes y boro en plantas de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Agron. Colomb, 27(2), 169-178.

Mendoza González, M., & Elena, C. (2009). Comparación entre sustratos orgánicos e inorgánicos para la producción de jitomate hidropónico/por Ma. Clara Elena Mendoza González (No. Tesis.).

Nohra, C., & Rodríguez, C. (2006). Estudio de la diversidad citogenética de *Physalis peruviana* L.(Solanaceae). Acta Biológica Colombiana, 11(2), 75-85.

Núñez Zarantes, V., Sánchez Betancourt, Erika Patricia, Barrero Meneses, Luz Stella, Mayorga Cubillos, Franklin Giovanni, Gómez Marroquín, Magda Rocío, Hernández, Erick Geovanni, . . . Lobo Arias, Mario. (2014). Estado del arte de la investigación en uchuva *Physalis peruviana* L.: Documento compilado como parte del informe final del producto “10 genotipos identificados y multiplicados con atributos deseables” de la agenda quinquenal de investigación de Corpoica 2012, convenio 5011 con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Barbosa (Colombia): CORPOICA

Ortega-Martínez, L. D., Sánchez-Olarte, J., Díaz-Ruiz, R., & Ocampo-Mendoza, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Ra Ximhai, 6(3).

Peña, J. F., Ayala, J. D., Fischer, G., Cháves, B., Cárdenas-Hernández, J. F., & Almanza, P. J. (2011). Relaciones semilla-fruto en tres ecotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 4(1), 43-54.

Ramírez Gómez, M., Hoyos, R., Buitrago, G. B., Julio, R. C., Rolón, L. P., Jiménez, A. L., ... & Gómez, C. A. M. R. (2008). Uso y manejo de biofertilizantes en el cultivo de la uchuva (No. Doc. 22362) CO-BAC, Bogotá).

Rodriguez, C. A., Chagas, E. A., Panduro, M. P., Soria, D. G., Choy, J. S., Lozano, R. B., & Rios, G. S. (2013). Producción de plantas de camu con diferentes sustratos orgánicos en camas de vivero convencional. Scientia Agropecuaria, 4(4), 321-324.

Sáez, J. N. P. (1999). Utilización de sustratos en viveros. Terra, 17(3).

Sanabria, S. (2005). Situación actual de la uchuva en Colombia. 1-8.

Sánchez E. 1991. Flora agrícola – Tomo I. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.

Smith, A. (2012). Reconocimiento de las enfermedades y plagas en el cultivo de uchuva. Bogotá, (Colombia): Corpoica.

Silva Tamayo, L. Á. (2006). Diagnóstico de la problemática actual de enfermedades en el cultivo de la uchuva *Physalis peruviana* L., en el departamento de Antioquia (Bachelor's thesis).


Tang, W., Huang, H., Gao, Y., Liu, X., Yang, X., Ni, H., y Zhang, J. (2015). Preparación de un nuevo material de adsorción poroso de la escoria de carbón y sus propiedades de adsorción de fenol a partir de solución acuosa. *Materiales & Design*, 88, 1191-1200.


Van Breemen, N. (1995). How Sphagnum bogs down other plants. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(7), 270-275.

Varas, R. R. (2011). Catastro de turberas productoras de musgo en la región Los Lagos. *Estudios Hemisféricos y Polares*, 2(4), 1-18.

## **11 ANEXOS**



FORMATO LECTURA DE VARIABLES											
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA											
PROGRAMA DE AGRONOMIA											
 (ECPAMA) 2016											
FECHA SIEMBRA			FECHA DE EVALUACION								
TRAT	REP	PLANTA	VOLUMEN RAIZ (ml)	PESO SECO (gr)	PESO FRESCO (gr)	DIAMETRO TALLO (cm)	LONGITUD TALLO (cm)	NUMERO HOJAS	DIAS TRAS SUELO	OBSERVACIONES	
<b>T1</b>	R1	1									
		2									
		3									
		4									
		5									
	R2	1									
		2									
		3									
		4									
		5									
	R3	1									
		2									
		3									
		4									
		5									

FORMATO LECTURA DE VARIABLES							
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA							
PROGRAMA DE AGRONOMIA							
 (ECPAMA) 2016							
FORMATO DE LECTURA INDICE DE GERMINACION SEMILLAS DE UCHUVA							
FECHA DE SIEMBRA							
FECHA DE LECTURAS			1	2	3		
TRATAMIENTO	MEZCLAS	REPETICIÓN	# SEMILLAS GERMINADAS	# SEMILLAS GERMINADAS	# SEMILLAS GERMINADAS	% GER	OBSERVACIONES
T1	75% T 25% EC	1					
		2					
		3					
T2	50% T 50% EC	1					
		2					
		3					
T3	25% T 75% EC	1					
		2					
		3					
T4	100% T	1					
		2					
		3					
T5	100% EC	1					
		2					
		3					
TESTIGO	75% S 25% CA	1					